

第 I 部門

繫留式アンカーバーにおける最大水平力の上下部工間距離依存特性

京橋メンテック (株)	正会員	○神菌 卓海	京橋メンテック (株)	大野 一樹
京橋工業 (株)	正会員	並木 宏徳		
明星大学理工学部	正会員	鈴木 博之	明星大学大学院	学生員 岡本 陽介
明星大学理工学部	学生員	尾上 敦史		

1. はじめに

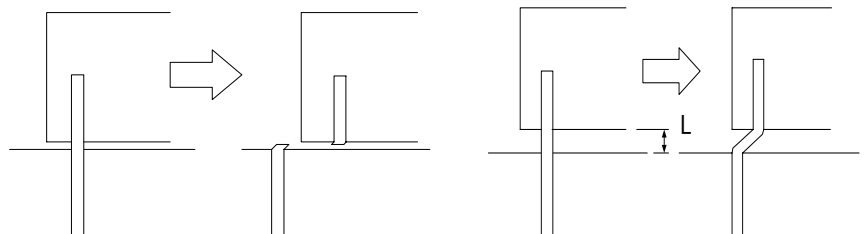
橋梁の地震時移動制限装置のなかでアンカーバー方式のものは広く用いられているが、材料の塑性変形能を利用するものではなく、せん断剛性による移動制限機能を重視するものが大部分である。そして破断時の吸収エネルギーが小さいことを利用して負荷ヒューズとして上下部工間に

に大きな荷重が作用するのを防止する機能が暗に期待されているものも多い。

アンカーバーを図1右に示すように曲げ変形を生ずるように上下部工間に一定の間隔 L を確保して定着すれば、ある程度の大きさの変位繰返しに対応することができ、摩擦減衰機能をもつ支承と組み合わせることにより(地震時応答変位の繰返し数が大幅に減少するので)免震装置に用いられる粘弾性ゴムのような優秀な繰返し応答特性を持たないアンカーバーであっても免震構造を構成することが可能である。この繫留式アンカーバーと摩擦減衰能を有する支承で構成する免震構造(負荷ヒューズとしての別のアンカーバーも必要ではある)は経済性に優れ、地震動の大きさや固有周期依存性が少ない優れた免震性能を発揮する¹⁾と考えられる。こうした観点から繫留式アンカーバーの基本的な物性である塑性曲げ特性を実験的に調べた。

2. 実験材料および実験装置

実験には比較的塑性変形能の大きい SS400 材の丸棒で直径 42mm, 36mm, 32mm および 25mm のものを用いた。繫留式アンカーバーは一端を下部コンクリートに埋め込み、他端を一定の間隔 L を保って上部工に固定して用いる。本実験では図2に示すように、アンカーバーを模擬する鋼棒の両端を固定し、中央に幅 100mm の固定部(上部工定着部に相当)を設けてこの部分を上下して曲げ荷重を与える構造とし、上下部工間の間隔 L に相当す



通常アンカーバー

繫留式アンカーバー

図1 地震時におけるアンカーバーの変形挙動



図2 両端固定繰返し曲げ試験機



図3 塑性曲げを受ける鋼棒試験片

る丸棒の中央固定部と左右固定部との間隔(左右は等しく設定しトルク発生を防ぐ)を 50mm から 200mm まで 50mm ピッチで設定可能とした。アンカーバーが大変位を受けたときにコンクリート固定部の端部は局部的に崩壊して曲率を持つようになり応力集中が緩和されると推定されるが、固定状況はコンクリートの物性とアンカーバーの変形状態などに依存し特定することは困難である。本実験では固定部に鉛製のカバーを取り付けてこれを近似した。図3は直径 25mm の鋼棒が大変形を受けて固定部間で大きく屈曲している状況を示す。

繰返し曲げ試験は変位制御の両振り曲げ試験とし、変位の大きさを約 13mm ずつ増加させて荷重の増加率がゼロとなるまで変位を漸増することを基本的な条件として行ったが、試験機の最大荷重が 250kN、最大変位範囲が ±約 10cm という制限の中での試験であったので最大荷重に達する前に試験を打ち切ったケースもある。

3. 繫留式アンカーバーの荷重－変位特性

図4および図5に繰返し中のヒステリシスループ形状の例を示すが、何れの場合においても塑性変形の繰返しにより加工硬化する。図4の場合のように最大荷重は更に大きな値を取ると推定されるケースもあるが荷重増加

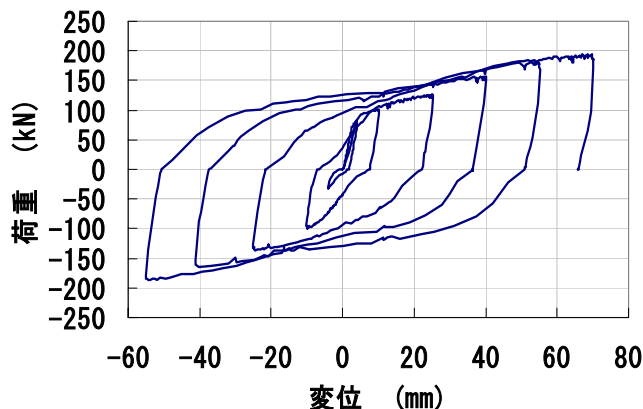


図4 直径42mm、固定点間隔200mmの荷重変位曲線

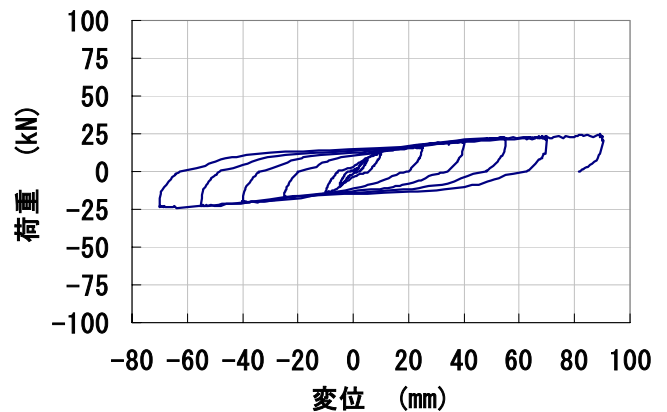


図5 直径25mm、固定点間隔200mmの荷重変位曲線

率は大きくないので最終負荷時の荷重をその鋼棒の上下部工間隔Lにおける最大荷重Wであるとみなして実験結果をまとめて図6に示す。ここで荷重は断面の降伏荷重 $A\sigma_y$ で、上下部工間隔Lは鋼棒直径Dでそれぞれ無次元して示しているが $H=W/2$ であることに留意する。さて、図1右のモデルで上部工に水平荷重Hが作用したとき繫留式アンカーバーの降伏荷重 H_y および全断面降伏荷重 H_p はそれぞれ次の通りとなる。

$$M_y = 0.5L H_y = Z_e \sigma_y, \quad Z_e = \pi D^3/32 \text{ より}$$

$$H_y / A \sigma_y = (1/4) / (L/D) \cdots (\text{降伏荷重})$$

$$M_p = 0.5L H_p = Z_p \sigma_y, \quad Z_p = \pi D^3/6 \text{ より}$$

$$H_p / A \sigma_y = (4/3\pi) / (L/D) \cdots (\text{全断面降伏荷重})$$

図中 $\sigma_y=240\text{MPa}$ として H_y および H_p を一点鎖線および破線で示す。実験結果は何れの曲線より大きい値を示し鋼材が顕著な加工硬化特性を示すことが判る。全断面において $2\sigma_y$ まで加工硬化するとして計算した結果は実線で示されるように上下部工間隔の広い範囲で鋼棒の直径によらず良く実験値と一致することが判った。

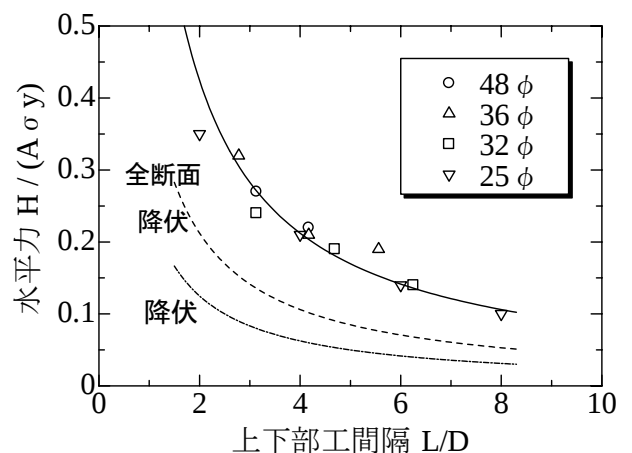


図6 繫留式アンカーバーの水平力変位特性

4. おわりに

SS400 材丸棒を用いた繫留式アンカーバーにおいて荷重－変位特性を実験的に調べ、上下部工間隔が直径の2ないし8倍の広い範囲で最大水平力は繫留式アンカーバーが全断面で降伏応力の2倍に加工硬化するとして算出できることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 並木宏徳他:滑り支承による免震, 日本機械学会関西支部第72期定時総会講演論文集, No. 974-1 pp49-50 1997